

Interpretación mediante computadora del Electrocardiograma Humano: Resultados preliminares.

Juan Sodi y de la Tijera. Universidad Iberoamericana.

Adolfo Guzmán Arenas. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N.

Leandro Carza. Universidad Iberoamericana.

CENTRO NACIONAL DE CALCULO.

Un médico analiza la señal trazada en el electrocardiograma, y diagnostica padecimientos, enfermedades y anomalías del corazón.

Este trabajo plantea el diseño de un sistema de programas de computadora que realizan este análisis y diagnóstico, - permitiendo que la máquina interprete los electrocardiogramas y descubra las enfermedades cardíacas.

Se describen los programas que hast la fecha se han implementado; esta ponencia es un reporte de trabajo en progreso.

INTERPRETACION MEDIANTE COMPUTADORA DEL ELECTROCARDIOGRAMA : RESULTADOS PRELIMINARES.

Dr. ADOLFO GUZMAN ARENAS, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N.

Ing. LEANDRO GARZA, Universidad Iberoamericana.

Dr. JUAN SODI, Universidad Iberoamericana.

Resumen.-

Se ha formado un grupo para desarrollar un programa para análisis automático del electrocardiograma. Se consideró que este programa se debía dividir en dos partes:

- a).- Identificación de las diferentes ondas, medición de estas e identificación de las particularidades.
- b).- En base a "a" se trata de llegar a un diagnóstico

Se ha desarrollado la primera parte del programa, el artículo presente describe esto detalladamente.

Electrocardiogramas :

En palabras sencillas un electrocardiograma es una señal de voltaje proveniente del corazón, más en particular el voltaje proviene del fenómeno de activación del corazón. Un Corazón normal presentará un patrón de voltajes muy particular y - desviaciones de este patrón de voltajes se pueden referir a - alteraciones en la activación; que pueden ser normales y referirse a desviaciones anatómicas ó defectos congénitos ó bien a enfermedades ó defectos patógenos.

Un electrocardiograma típico se presenta en la Fig.# 1 :

Como se puede observar en esta figura, las ondas características son:

##...2

- a).- Onda Q (voltaje negativo).
- b).- Onda R (voltaje positivo).
- c).- Onda S (voltaje negativo).

Estas tres se reúnen en un complejo, que se denomina QRS. A veces en este complejo aparecen dos ondas más R' y S' (R prima y S prima) (Fig. # 2 ). Estas ondas pueden ó no existir ( Fig. # 3 y 4 ); ó sea que el programa no solo debe localizar el complejo, sino también decir de qué ondas consistete éste . La característica más sobresaliente de este complejo es la pendiente tan pronunciada.

- d).- Onda P que generalmente antecede al complejo -- QRS y que puede tener un voltaje negativo ó positivo.
- e).- Onda T que generalmente es posterior al complejo QRS también con voltaje positivo ó negativo.
- f).- Finalmente a veces entre las ondas P y T hay una onda pequeña llamada "U".

Estas tres últimas ondas no tienen una característica tan distintiva, como la del complejo QRS, sin embargo en general guardan la secuencia susodicha y en general la onda -- T es mayor de 0.10 segs y la onda P es menor y a su vez en distancia entre el principio de la onda P y el principio del QRS es ~~menor~~ <sup>menor</sup> de 0.2 52g y la distancia entre el final de -- QRS y el final de T es ~~menor~~ <sup>menor</sup> de 0.10 segs.

Aparte de las ondas ya mencionadas, hay que localizar los llamados segmentos isoelectricos, que son líneas de pendiente cercana la cero y cuyo voltaje es también cercano al cero (Fig. # 1 ). Algunas veces alguno de los segmentos -- isoelectricos está desviado respecto al resto, en este caso el programa debe de distinguirlo fácilmente, ya que tiene un

valor en el diagnóstico.

Finalmente en la Fig # 5 se muestran las medidas de interés en el análisis de un patrón electrocardiográfico.

Posteriormente se indican análisis de las formas de las curvas y algunas manipulaciones algebraicas sobre la serie de datos.

Por último queremos mencionar que el llamado "electrocardiograma" en general consiste de doce derivaciones, lo que significa que los electrodos se colocan en 12 posiciones ó lugares diferentes y que hay que hacer este análisis para cada una de estas derivaciones. Fig # 6.

#### Alimentación de Datos a la Máquina.

Para tener un fácil acceso al programa, se necesita una forma sencilla de alimentación; en la figura # 7 se observa un sistema mediante el cual el electrocardiógrafo, unido a un convertidor analógico-digital actúa como un canal de entrada a la máquina. Este sistema ya está en práctica en varios lugares del mundo y al alcance del público general. Sin embargo para escribir un programa basta tener una cinta con un número "x" de electrocardiogramas, ó bien tarjetas perforadas.

### Descripción del Programa.

La descripción del programa se hará mostrando el - - -  
diagrama de flujo del programa principal y de cada una de las  
subrutinas usadas.

### Programa Principal.

Se muestra su diagrama de flujo en la Fig. # 8 ; co-  
mo se ve claramente este programa únicamente lee datos, bus-  
ca el primer y el segundo QRS en cada derivación , la línea -  
isoeléctrica e identifica las ondas antes mencionadas, a la -  
vez que almacena los datos relevantes.

### Sub-rutina LEADA.

Únicamente lee los datos y los almacena en el disco.

### Sub-rutina KYAQR.

Fig # 9 Localiza el primer y el segundo complejo -  
QRS en cada derivación, buscando la pendiente máxima y che -  
cando si ésta cumple con ciertas características.

### Sub-rutina NOHOR Y OUT 1.

Dadas las limitaciones del procesador central en la ---

I B M 1130, se usaron estas subrutinas para escribir los resultados que generan cada una de las diferentes subrutinas.

Sub-rutina SPLQR.

Decide el complejo QRS en las ondas ya mencionadas - -  
( a, b y c ) y da su duración, así como sus voltajes. - --  
( Fig. # 10 ).

Sub-rutina LISOE.

Localiza los segmentos isoelectricos entre los dos complejos QRS localizados con AYAWR, haciendo un histograma - -  
( Fig. # 11 ). En caso de un electrocardiograma mal tomado ( Fig. # 12 ) lo corrige y efectúa lo susodicho.

Sub-rutina AYAPT.

Fig. # 13 Analiza las partes que no corresponden ni a QRS ni a segmentos isoelectricos y ó bien encuentra que son -  
segmentos isoelectricos desviados ó bien encuentra que corresponden a una onda P ó a una onda T.

Sub-rutina ONDAS.

Fig. # 14. Esta subrutina analiza los segmentos no isoe-

léctricas y nos dice que ondas son las que existen, donde empiezan y dónde terminan.

Sub-rutina PRIN.

Fig. # 15. Esta subrutina chequea el principio y final de las ondas, es decir, ve si el punto anterior al comienzo de la onda corresponde a la línea isoelectrica y lo mismo hace con el punto posterior al final de la onda.

En las figuras 16# se incluye un electrocardiograma tipo, cuyo análisis mediante el programa ya descrito se incluye en la Fig. # 17.

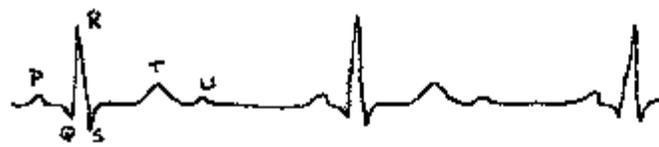


FIG. 1

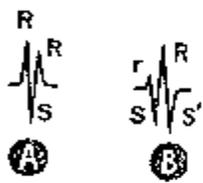


FIG. 2

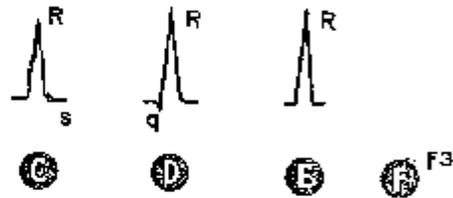


FIG. 3

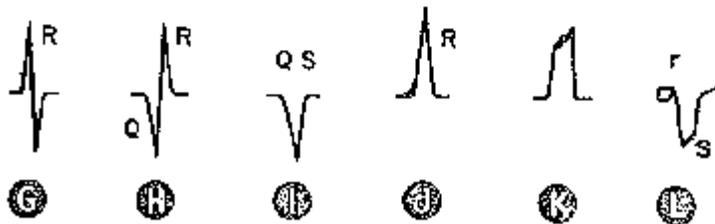


FIG. 4

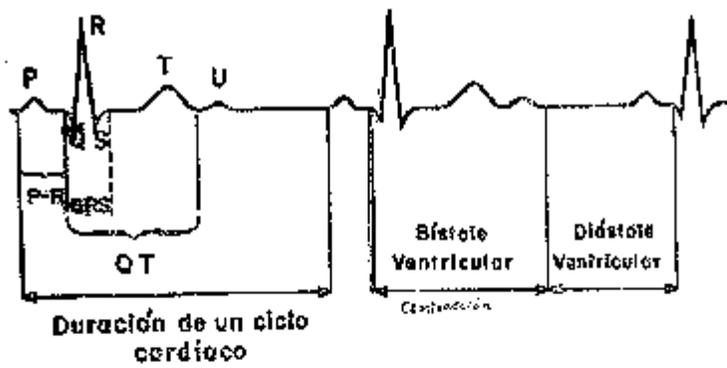


FIG. 5

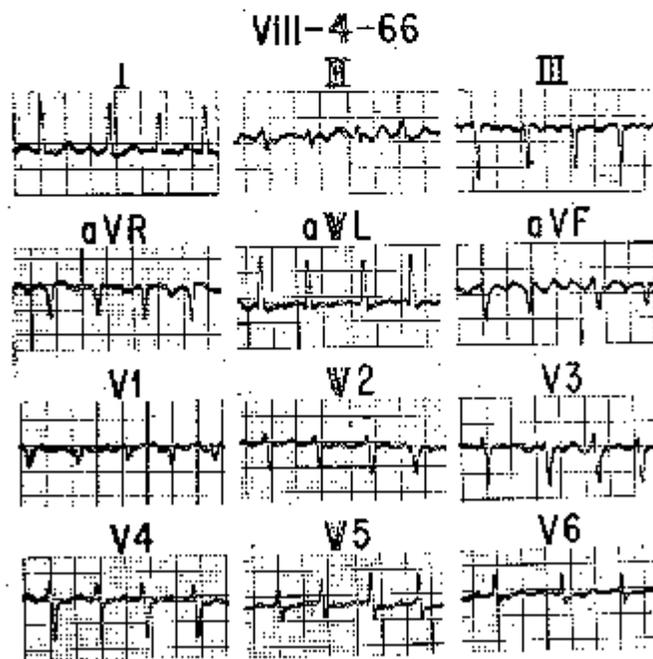


FIG. 6

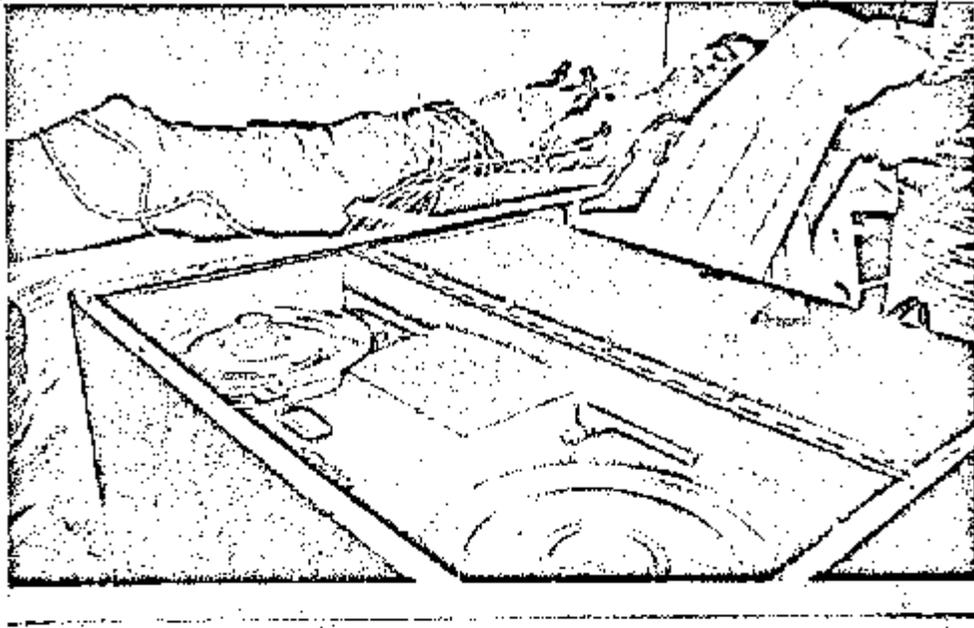
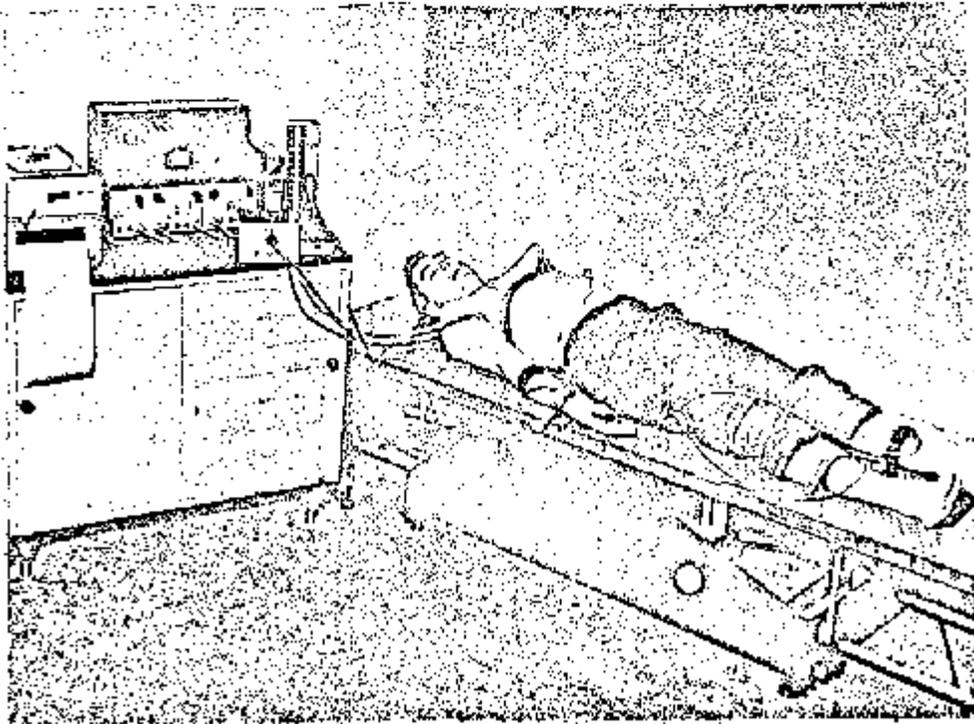


FIG. 7





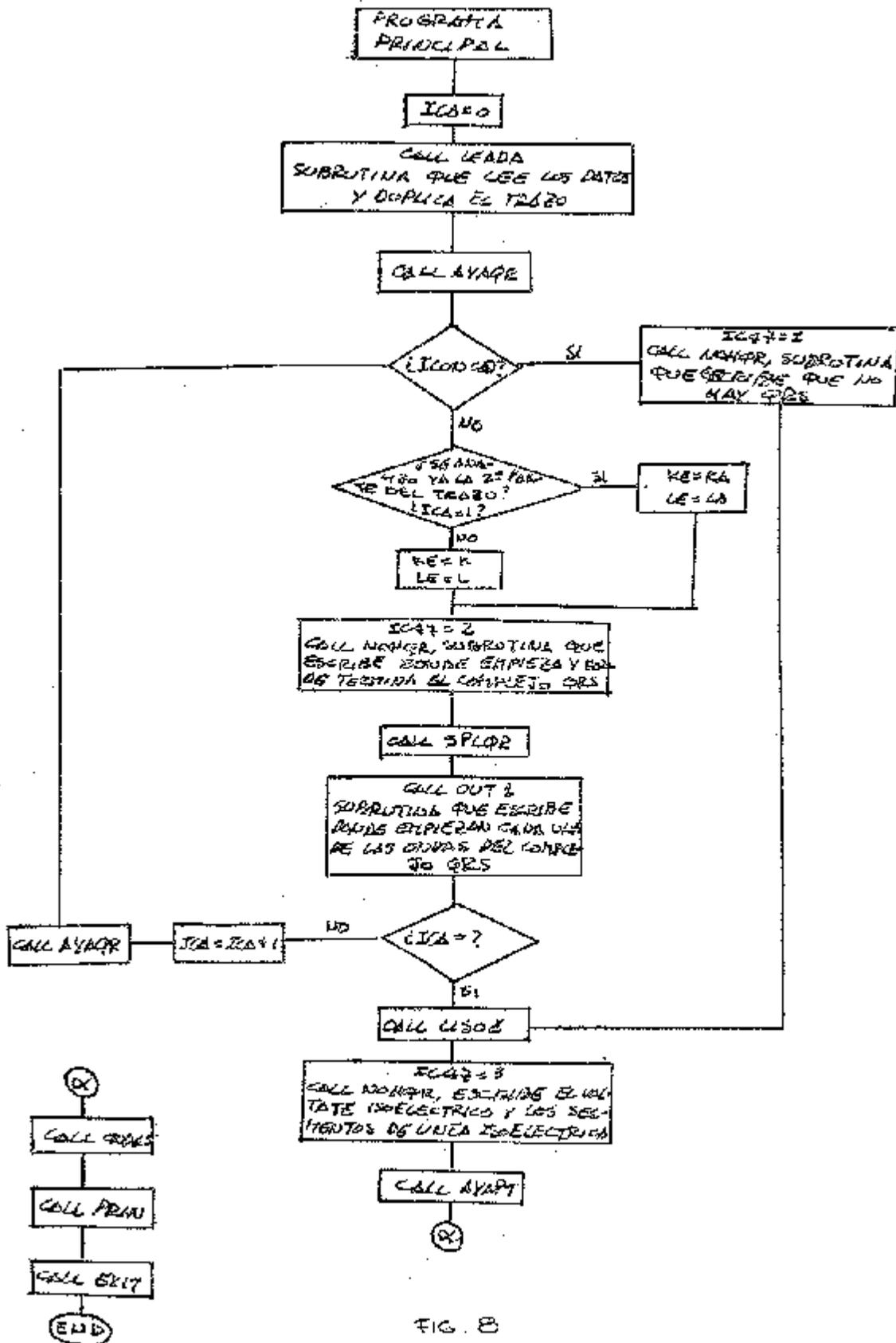


FIG. 8

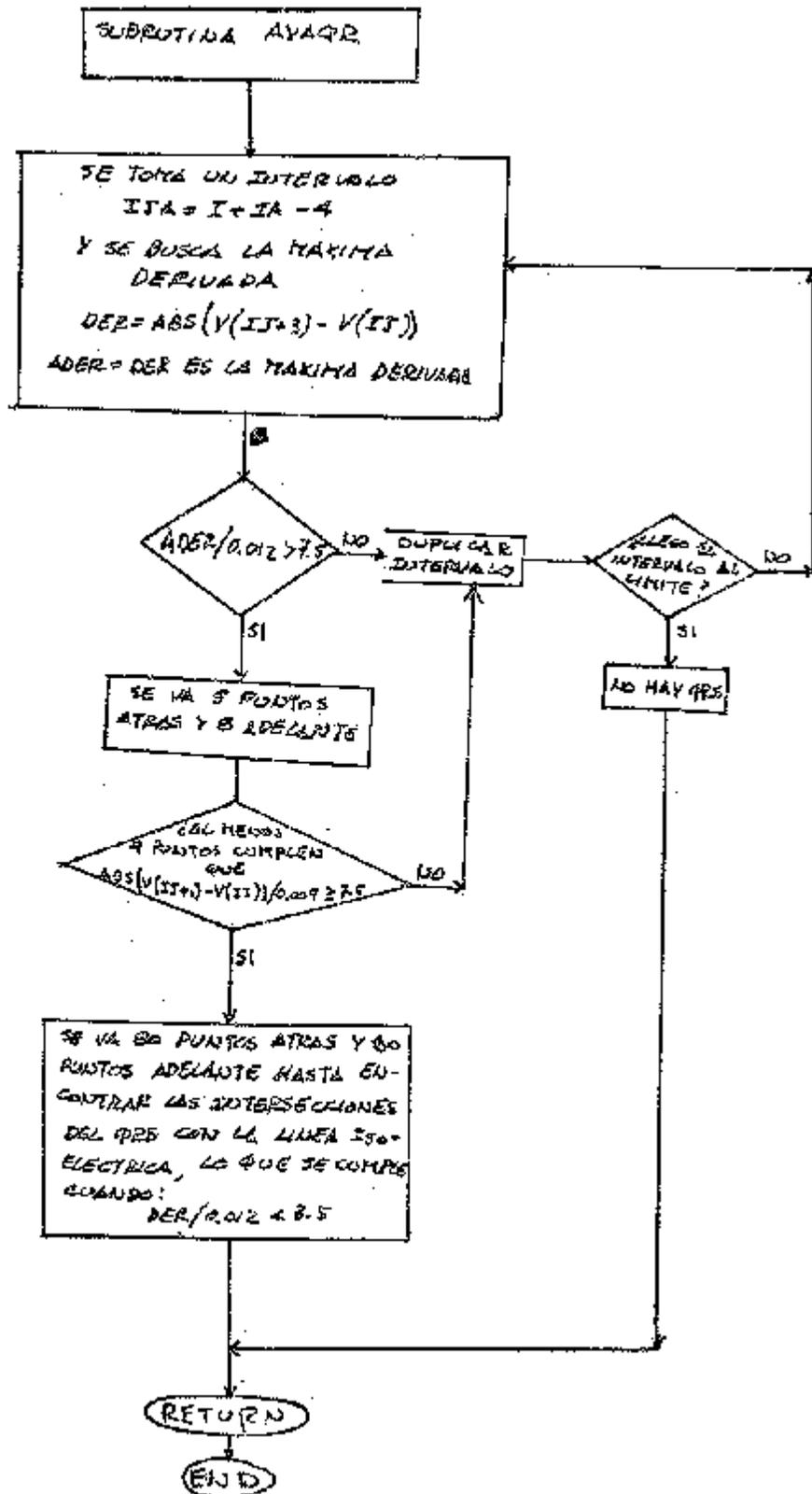


FIG. 9

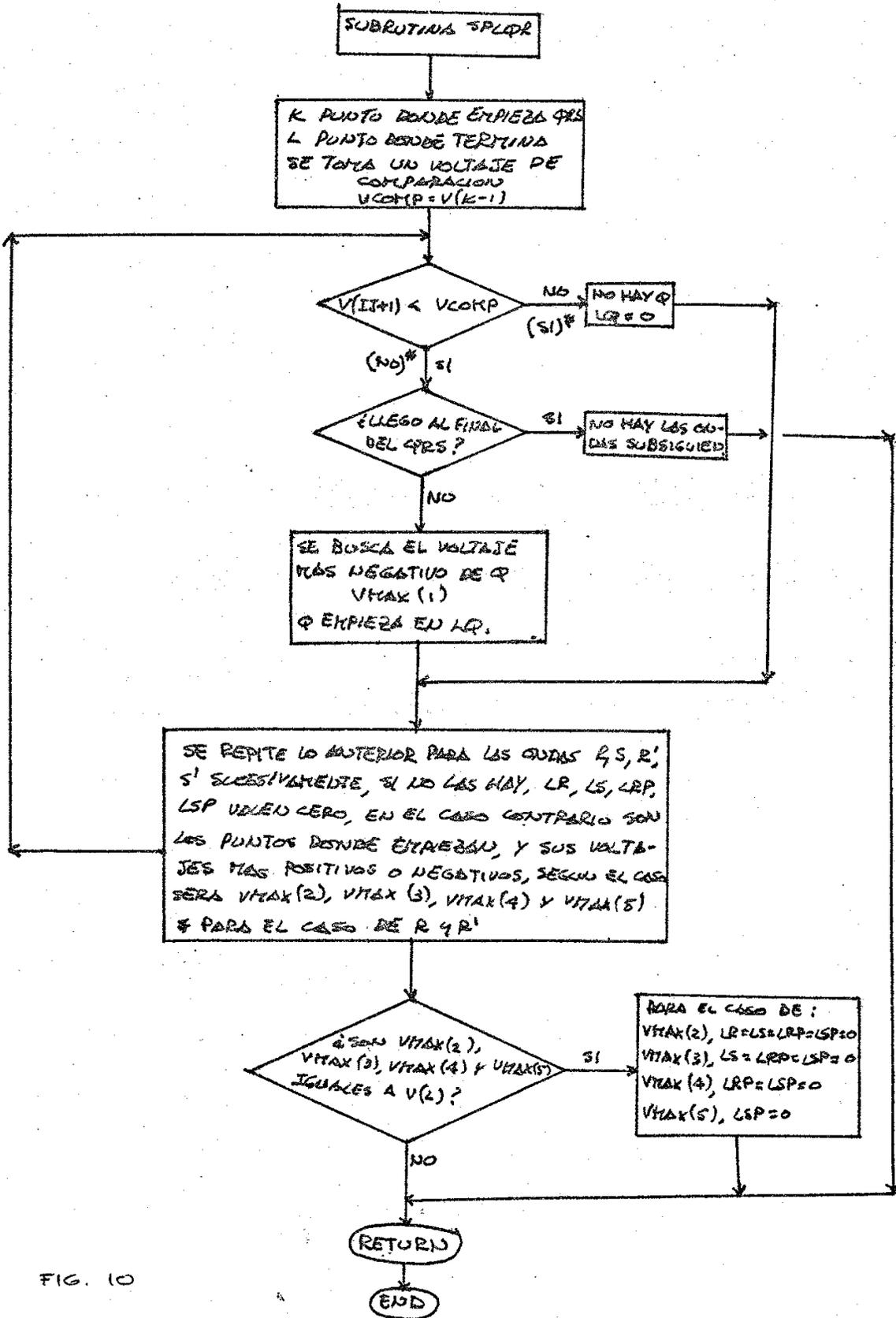


FIG. 10

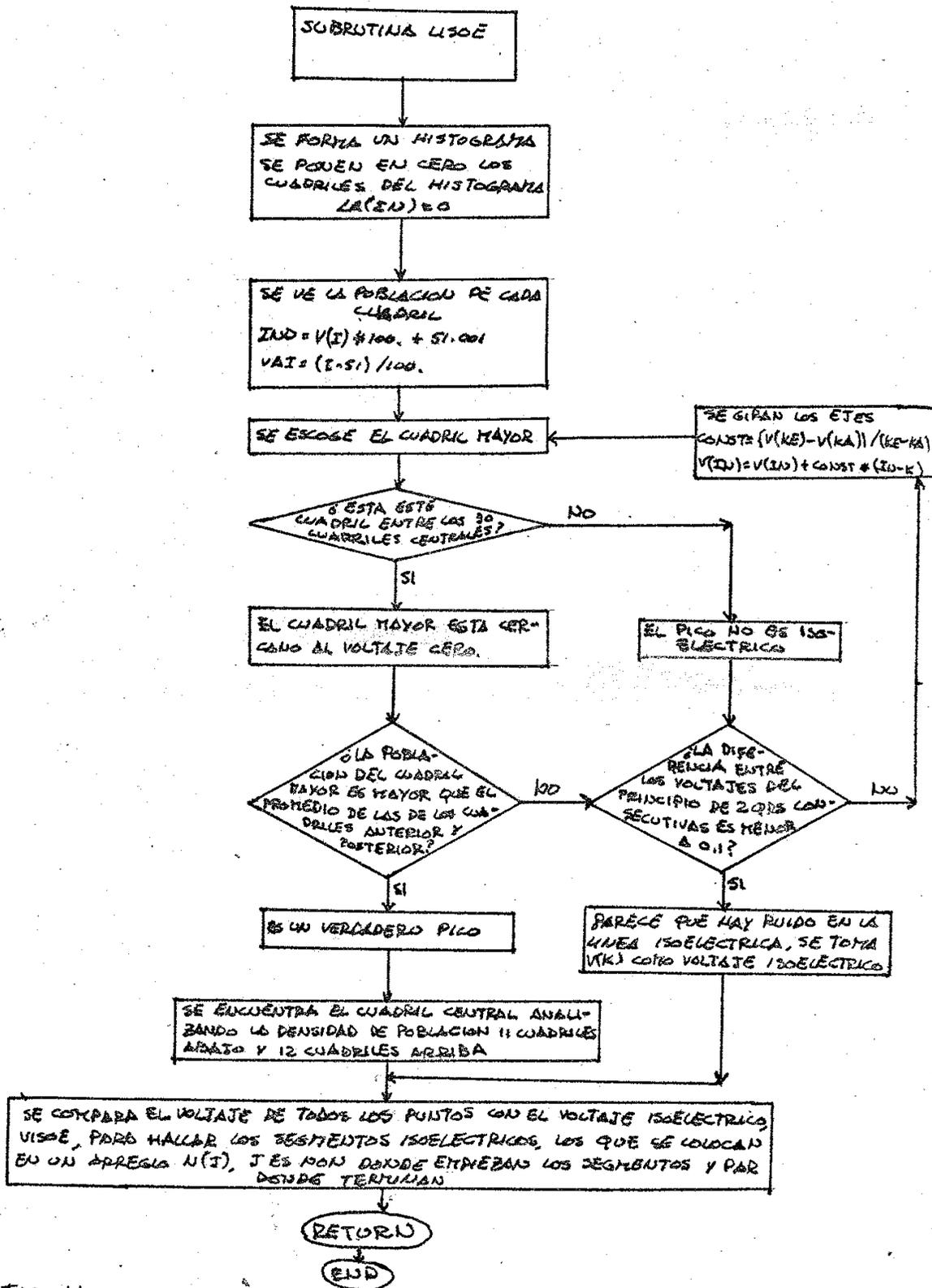


FIG. 11

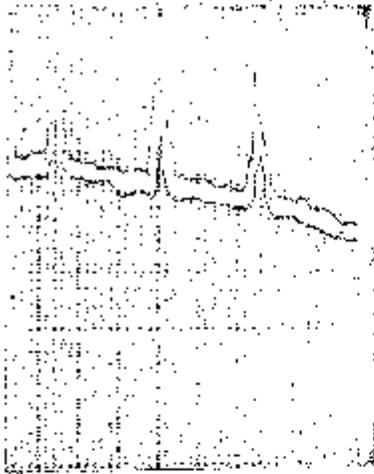


FIG. 12



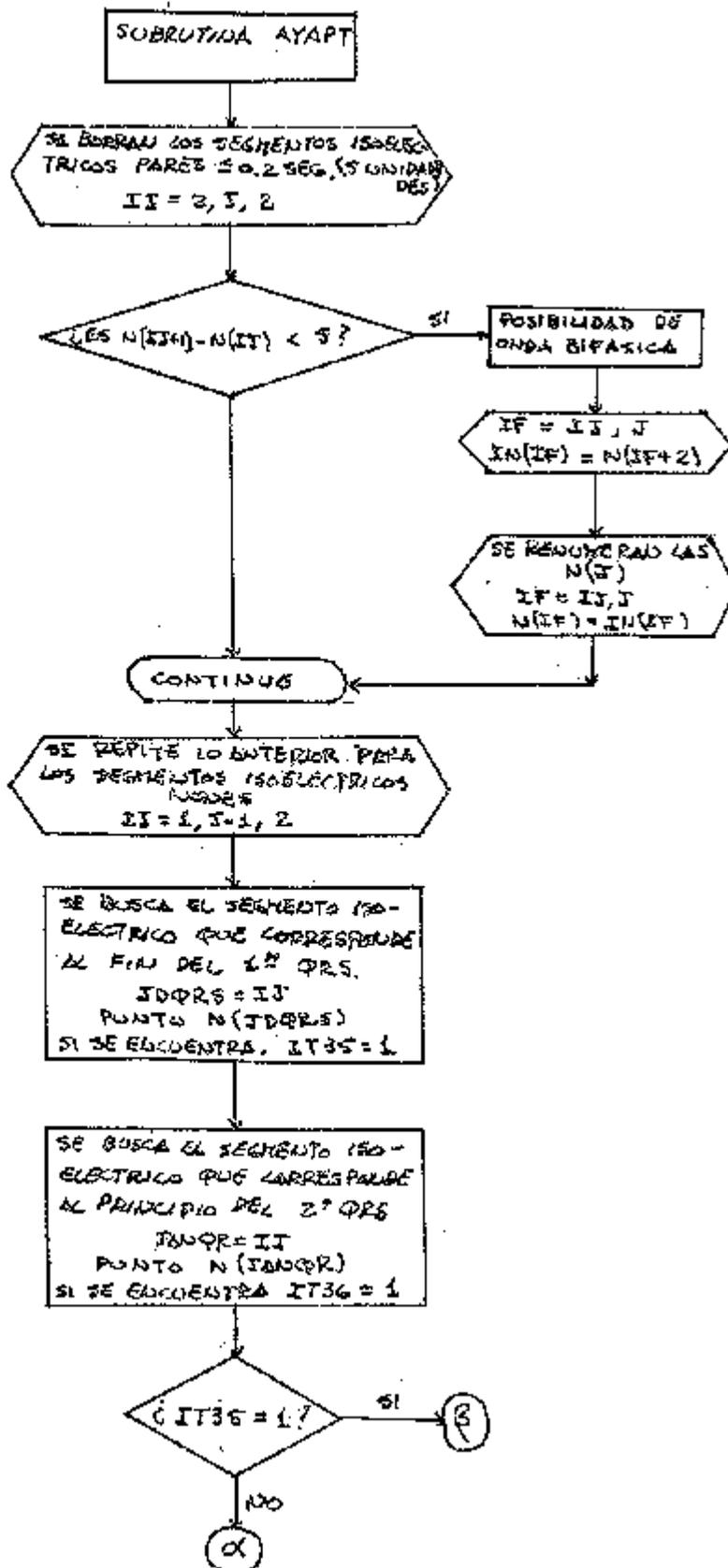


FIG. 13

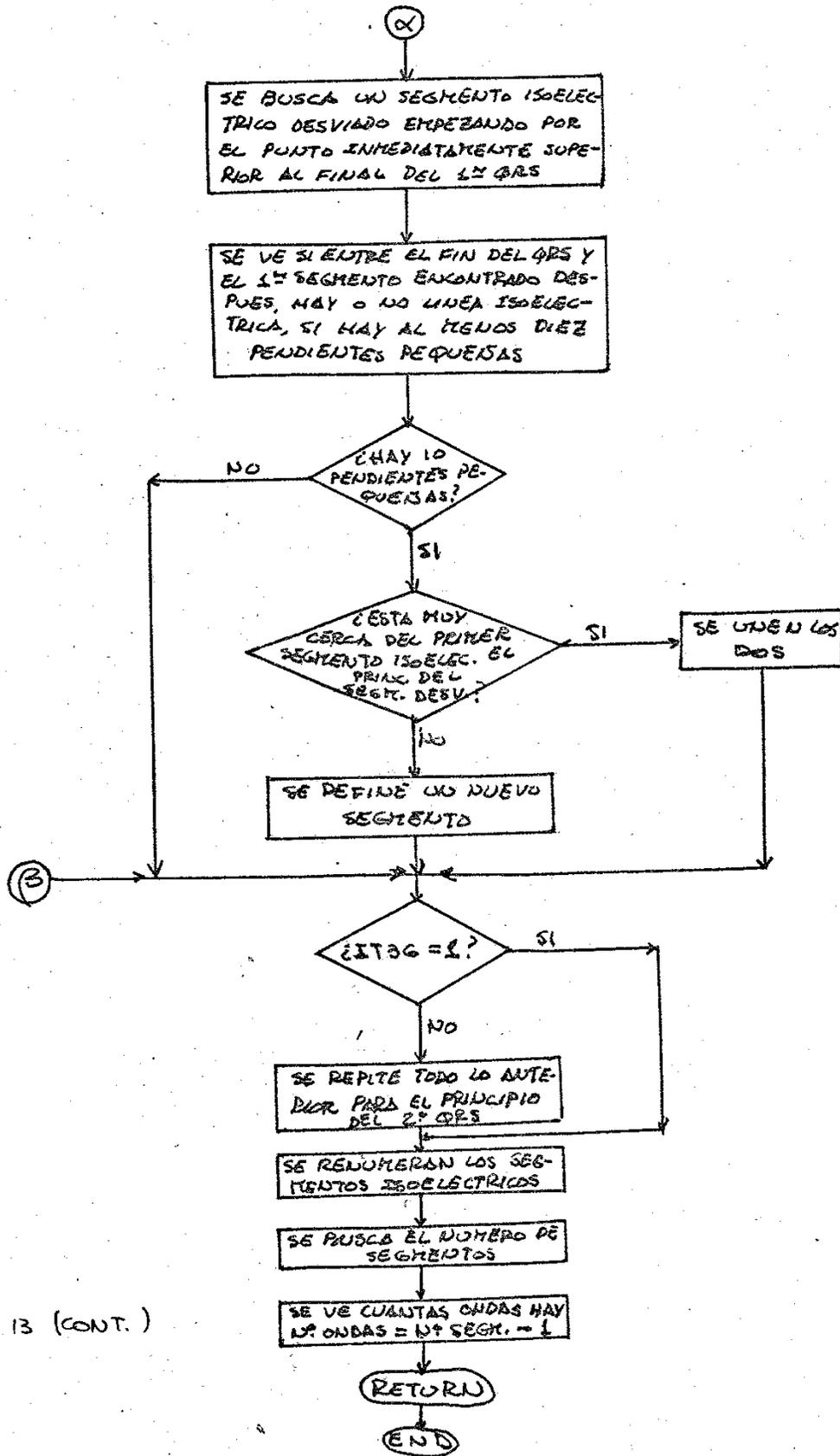


FIG. 13 (CONT.)

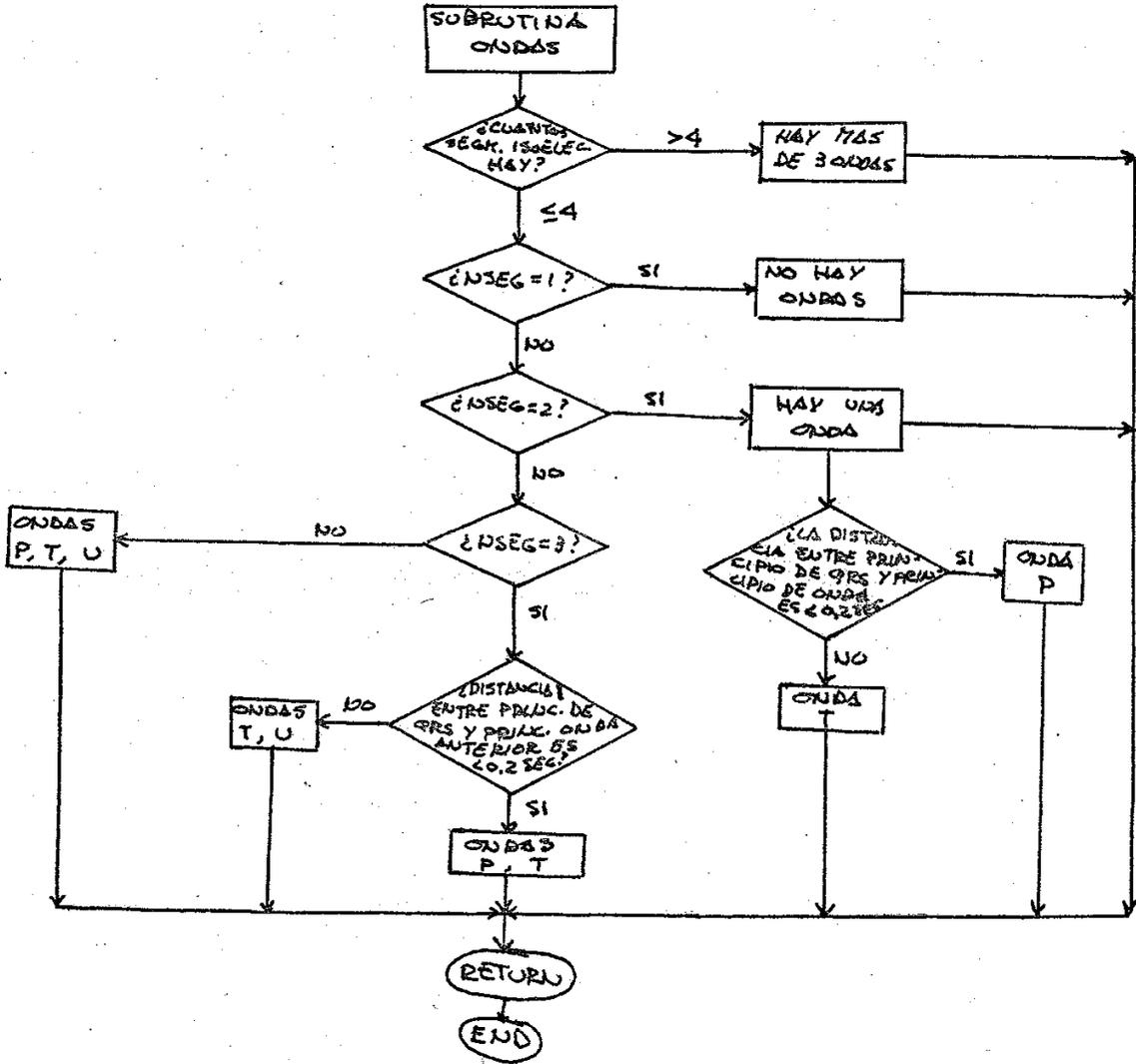


FIG. 14

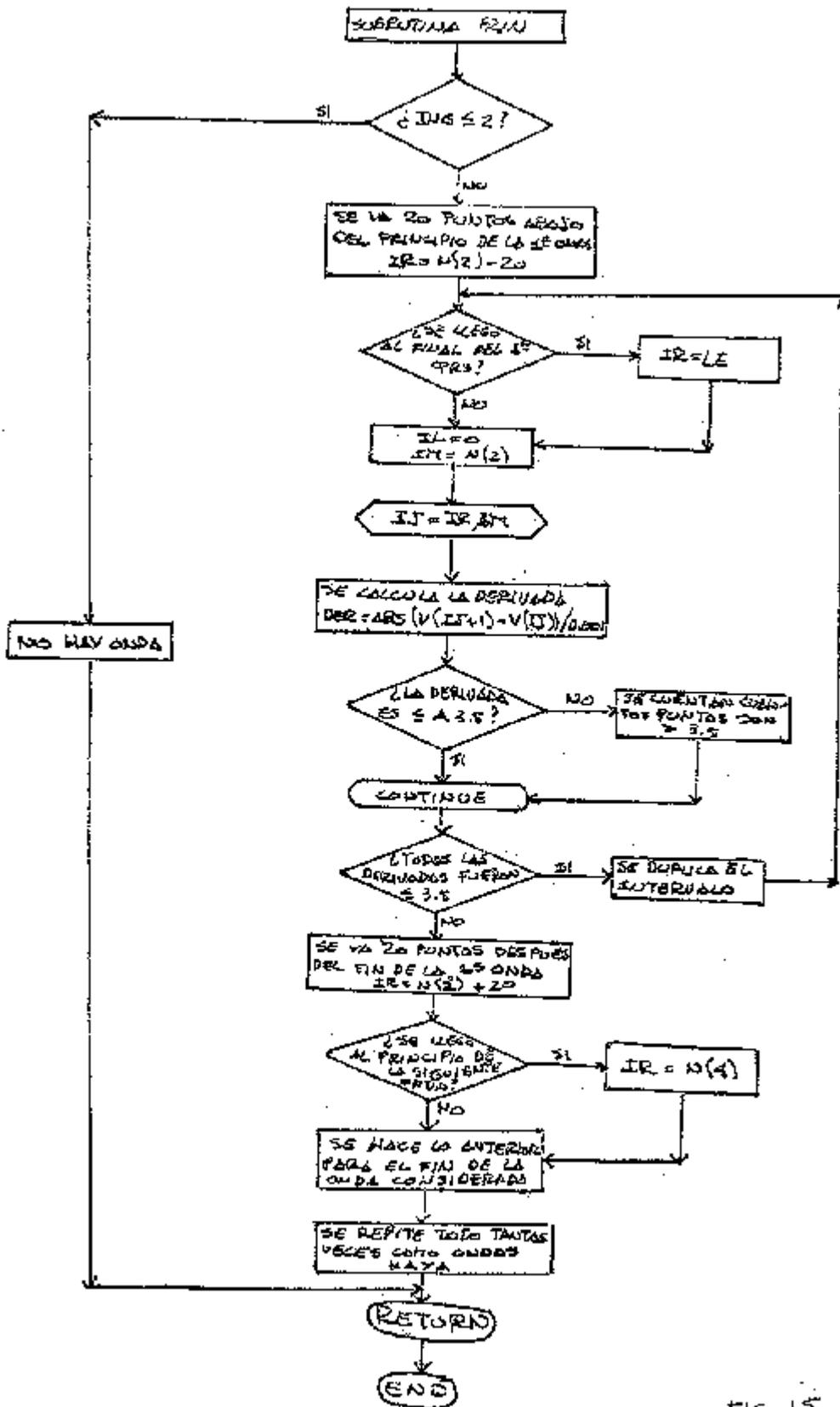
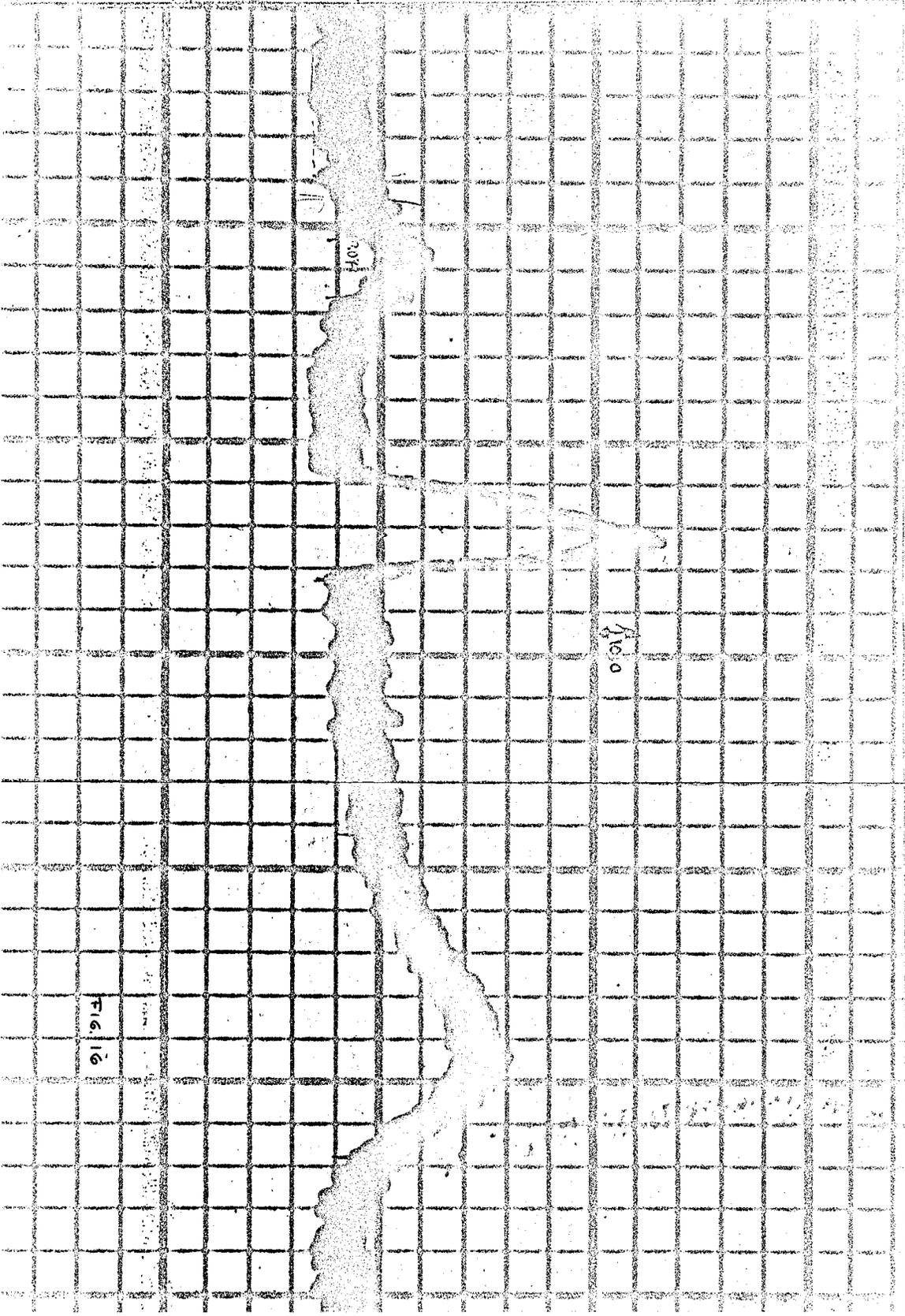


FIG. 15



2014

0.01

Fig. 16

LA IMAX= 48  
 LA IMAX=127  
 IC= 5  
 QRS EMPIEZA EN EL PUNTO 104 Y TERMINA EN EL PUNTO 134  
 LA R EMPIEZA EN 104  
 LA IMAX=217  
 LA IMAX=243  
 LA IMAX=477  
 IC= 5  
 QRS EMPIEZA EN EL PUNTO 454 Y TERMINA EN EL PUNTO 484  
 LA R EMPIEZA EN 454

VA( 1)=-0.500000E 00	LA( 1)=	0
VA( 2)=-0.490000E 00	LA( 2)=	0
VA( 3)=-0.480000E 00	LA( 3)=	0
VA( 4)=-0.470000E 00	LA( 4)=	0
VA( 5)=-0.460000E 00	LA( 5)=	0
VA( 6)=-0.450000E 00	LA( 6)=	0
VA( 7)=-0.440000E 00	LA( 7)=	0
VA( 8)=-0.430000E 00	LA( 8)=	0
VA( 9)=-0.420000E 00	LA( 9)=	0
VA( 10)=-0.410000E 00	LA( 10)=	0
VA( 11)=-0.400000E 00	LA( 11)=	0
VA( 12)=-0.390000E 00	LA( 12)=	0
VA( 13)=-0.380000E 00	LA( 13)=	0
VA( 14)=-0.370000E 00	LA( 14)=	0
VA( 15)=-0.360000E 00	LA( 15)=	0
VA( 16)=-0.350000E 00	LA( 16)=	0
VA( 17)=-0.340000E 00	LA( 17)=	0
VA( 18)=-0.330000E 00	LA( 18)=	0
VA( 19)=-0.320000E 00	LA( 19)=	0
VA( 20)=-0.310000E 00	LA( 20)=	0
VA( 21)=-0.300000E 00	LA( 21)=	0
VA( 22)=-0.290000E 00	LA( 22)=	0
VA( 23)=-0.280000E 00	LA( 23)=	0
VA( 24)=-0.270000E 00	LA( 24)=	0
VA( 25)=-0.260000E 00	LA( 25)=	0
VA( 26)=-0.250000E 00	LA( 26)=	0
VA( 27)=-0.240000E 00	LA( 27)=	0
VA( 28)=-0.230000E 00	LA( 28)=	0
VA( 29)=-0.220000E 00	LA( 29)=	0
VA( 30)=-0.210000E 00	LA( 30)=	0
VA( 31)=-0.200000E 00	LA( 31)=	0
VA( 32)=-0.190000E 00	LA( 32)=	0
VA( 33)=-0.180000E 00	LA( 33)=	0
VA( 34)=-0.170000E 00	LA( 34)=	0
VA( 35)=-0.160000E 00	LA( 35)=	0
VA( 36)=-0.150000E 00	LA( 36)=	0
VA( 37)=-0.140000E 00	LA( 37)=	0
VA( 38)=-0.130000E 00	LA( 38)=	0
VA( 39)=-0.120000E 00	LA( 39)=	0
VA( 40)=-0.110000E 00	LA( 40)=	0
VA( 41)=-0.100000E 00	LA( 41)=	66
VA( 42)=-0.900000E-01	LA( 42)=	171
VA( 43)=-0.800000E-01	LA( 43)=	26
VA( 44)=-0.700000E-01	LA( 44)=	16
VA( 45)=-0.600000E-01	LA( 45)=	50
VA( 46)=-0.500000E-01	LA( 46)=	38
VA( 47)=-0.400000E-01	LA( 47)=	32
VA( 48)=-0.300000E-01	LA( 48)=	18
VA( 49)=-0.200000E-01	LA( 49)=	30
VA( 50)=-0.100000E-01	LA( 50)=	18



FIG. 17

VA( 51)= 0.000000E-01	LA( 51)= 16
VA( 52)= 0.000000E-01	LA( 52)= 16
VA( 53)= 0.200000E-01	LA( 53)= 24
VA( 54)= 0.300000E-01	LA( 54)= 10
VA( 55)= 0.400000E-01	LA( 55)= 10
VA( 56)= 0.500000E-01	LA( 56)= 4
VA( 57)= 0.600000E-01	LA( 57)= 6
VA( 58)= 0.700000E-01	LA( 58)= 8
VA( 59)= 0.800000E-01	LA( 59)= 6
VA( 60)= 0.900000E-01	LA( 60)= 4
VA( 61)= 0.100000E 00	LA( 61)= 8
VA( 62)= 0.110000E 00	LA( 62)= 6
VA( 63)= 0.120000E 00	LA( 63)= 4
VA( 64)= 0.130000E 00	LA( 64)= 6
VA( 65)= 0.140000E 00	LA( 65)= 8
VA( 66)= 0.150000E 00	LA( 66)= 6
VA( 67)= 0.160000E 00	LA( 67)= 8
VA( 68)= 0.170000E 00	LA( 68)= 4
VA( 69)= 0.180000E 00	LA( 69)= 8
VA( 70)= 0.190000E 00	LA( 70)= 6
VA( 71)= 0.200000E 00	LA( 71)= 6
VA( 72)= 0.210000E 00	LA( 72)= 10
VA( 73)= 0.220000E 00	LA( 73)= 10
VA( 74)= 0.230000E 00	LA( 74)= 0
VA( 75)= 0.240000E 00	LA( 75)= 2
VA( 76)= 0.250000E 00	LA( 76)= 2
VA( 77)= 0.260000E 00	LA( 77)= 0
VA( 78)= 0.270000E 00	LA( 78)= 2
VA( 79)= 0.280000E 00	LA( 79)= 0
VA( 80)= 0.290000E 00	LA( 80)= 0
VA( 81)= 0.300000E 00	LA( 81)= 0
VA( 82)= 0.310000E 00	LA( 82)= 2
VA( 83)= 0.320000E 00	LA( 83)= 2
VA( 84)= 0.330000E 00	LA( 84)= 0
VA( 85)= 0.340000E 00	LA( 85)= 2
VA( 86)= 0.350000E 00	LA( 86)= 0
VA( 87)= 0.360000E 00	LA( 87)= 0
VA( 88)= 0.370000E 00	LA( 88)= 0
VA( 89)= 0.380000E 00	LA( 89)= 2
VA( 90)= 0.390000E 00	LA( 90)= 0
VA( 91)= 0.400000E 00	LA( 91)= 0
VA( 92)= 0.410000E 00	LA( 92)= 0
VA( 93)= 0.420000E 00	LA( 93)= 4
VA( 94)= 0.430000E 00	LA( 94)= 0
VA( 95)= 0.440000E 00	LA( 95)= 0
VA( 96)= 0.450000E 00	LA( 96)= 2
VA( 97)= 0.460000E 00	LA( 97)= 0
VA( 98)= 0.470000E 00	LA( 98)= 0
VA( 99)= 0.480000E 00	LA( 99)= 0
VA( 100)= 0.490000E 00	LA( 100)= 4



EL PICO MAS GRANDE ES EL CUADRIL 42 POBLACION 171  
 EL CUADRIL CENTRAL ES 45 EL VOLTAJE ISOELECTRICO ES -0.600000E-01  
 EL VOLTAJE ISOELECTRICO ES -0.600000E-01

LOS SEGMENTOS DE LINEA ISOELECTRICA SON

1	52	66	110	132	192	268	402	416	460
482	542	618	699						

LOS SEGMENTOS ISOELECTRICOS ENTRE LAS DOS ORS SON  
 132 192 268 402 416 460  
 EXISTEN DOS ONDAS

FIG. 17 (CONT.)